

APLIKASI METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL GANDA BROWN DALAM MERAMALKAN JUMLAH PENDUDUK BERDASARKAN JENIS KELAMIN DI KOTA MEDAN

HOTLIM P. SIRAIT, UJIAN SINULINGGA, RACHMAD SITEPU

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk meramalkan jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin di kota Medan tahun 2012 dan 2013 dengan metode pemulusan eksponensial ganda Brown berdasarkan data dari tahun 1996 sampai dengan 2011. Dalam peramalan ini yang digunakan adalah data yang bersifat trend dan non musiman. Model peramalan jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin di kota Medan berdasarkan data dari tahun 1996 sampai dengan 2011 dengan pemulusan ganda brown. Dari hasil pembahasan diperoleh pertumbuhan jumlah penduduk jenis kelamin perempuan lebih tinggi dari laki-laki, dengan periode ke-17 atau pada tahun 2012 jumlah penduduk perempuan 1.076.449 orang dan jumlah penduduk laki-laki 1.050.230 sedangkan periode ke-18 atau tahun 2013 jumlah penduduk perempuan 1.081.913 orang dan jumlah penduduk laki-laki 1.054.004 orang

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk kota medan menurut jenis kelamin merupakan data berkala (*time series*) yang dikumpulkan menurut waktu untuk menggambarkan perkembangan atau pertumbuhan penduduk di kota medan pertahunnya. Data berkala tersebut digunakan untuk membuat ramalan dan

Received 24-10-2012, Accepted 01-12-2012.

2010 Mathematics Subject Classification: 57R10

Key words and Phrases: Pemulusan eksponensial, forecasting, Metode Eksponensial ganda Brown.

selanjutnya data hasil ramalan dapat berguna untuk dasar pembuatan perencanaan pemerataan penduduk, baik jangka pendek, menengah, maupun jangka panjang. Dimana untuk meramalkan jumlah penduduk penduduk kota medan tersebut digunakan eksponensial ganda Brown.

2. LANDASAN TEORI

Pemulusan eksponensial linier satu-parameter dari Brown merupakan metode yang lebih disukai untuk data non-stasioner, karena metode ini mempunyai satu parameter (dibanding dua parameter Holt).[1] Persamaan yang di pakai dalam implementasi pemulusan eksponensial linear satu parameter dari Brown ditunjukkan dibawah ini :

Inisialisasi awal : $S_t' = S_t'' = X_1$

Dimana :

$$\begin{aligned} F_{t+m} &= a_t + b_t m \\ a_t &= 2S_t'' - S_t' \\ b_t &= \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t' - S_t'') \\ S_t' &= \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}' \\ S_t'' &= \alpha S_t' + (1 - \alpha) S_{t-1}'' \end{aligned} \quad (1)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} S_t' &= \text{nilai pemulusan eksponensial tunggal} \\ S_t'' &= \text{nilai pemulusan eksponensial ganda} \\ \alpha &= \text{parameter pemulusan eksponensial} \\ a_t, b_t &= \text{konstanta pemulusan} \end{aligned}$$

3. METODE PENELITIAN

1. Pengambilan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Medan.
2. Menguji nilai parameter-parameter pemulusan dengan cara trial and error.

3. Perbandingan nilai *Mean Squared Error*(MSE) dan *Sum Squared Error* (SSE) yang terkecil dari parameter-parameter pemulusan yang diberikan oleh [4] dengan formula :

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{e_t^2}{n}$$

$$SSE = \sum_{t=1}^n e_t^2$$
(2)

4. Perhitungan peramalan jumlah penduduk dengan eksponensial ganda Brown memakai nilai MSE dan SSE yang terkecil[4].
5. Penarikan kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengambilan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) Medan, diperoleh sebagai berikut :

Tabel 1: Jumlah penduduk kota Medan

no	Tahun	laki-laki	perempuan
1	1996	942.427	952.888
2	1997	943.594	955.434
3	1998	944.379	956.688
4	1999	944.891	957.609
5	2000	945.847	958.426
6	2001	960.477	966.043
7	2002	979.106	984.776
8	2003	990.216	1.003.384
9	2004	995.968	1.010.174
10	2005	1.012.040	1.024.145
11	2006	1.027.607	1.039.681
12	2007	1.034.696	1.048.460
13	2008	1.039.707	1.062.398
14	2009	1.049.457	1.071.596
15	2010	1.036.926	1.060.684
16	2011	1.046.560	1.070.664

Sumber: BPS Medan (2007-2011)

4.1 Jenis kelamin laki-laki

Dengan menggunakan persamaan (1) maka data diatas diolah dengan nilai parameter pemulusan $\alpha = 0,1$; $\alpha = 0,5$; $\alpha = 0,95$ sebagai berikut :

Tabel 2: Data perhitungan peramalan jenis kelamin laki-laki $\alpha = 0,1$

Tahun	Xt	S't	S''t	A	b	Ft	et	et*et
1996	942.427	942.427	942.427	0	0	0	0	0
1997	943.594	942.543,7	942.438,67	942.648,73	11,67	0	0	0
1998	944.379	942.727,23	942.467,526	942.986,934	28,856	942.660,4	1.719	2953585,96
1999	944.891	942.943,607	942.515,1341	943.372,0799	47,6081	943.015,79	1.875	3516412,544
2000	945.847	943.233,9463	942.587,0153	943.880,8773	71,88122	943.419,688	2.427	5891843,545
2001	960.477	944.958,2517	942.824,139	947.092,3644	237,123635	943.952,7585	16.524	273050557,2
2002	979.106	948.373,0265	943.379,0277	953.367,0253	554,8887548	947.329,488	31.777	1009746714
2003	990.216	952.557,3239	944.296,8573	960.817,7904	917,8296143	953.921,9141	36.294	1317260675
2004	995.968	956.898,3915	945.557,0107	968.239,7722	1.260,153414	961.735,62	34.232	1171855841
2005	1.012.040	962.412,5523	947.242,5649	977.582,5397	1.685,554158	969.499,9256	42.540	1809657929
2006	1.027.607	968.931,9971	949.411,5081	988.452,4861	2.168,943219	979.268,0939	48.339	2336649843
2007	1.034.696	975.508,3974	952.021,197	998.995,5977	2.609,688926	990.621,4293	44.075	1942567784
2008	1.039.707	981.928,2576	955.011,9031	1.008.844,612	2.990,70606	1.001.605,287	38.102	1451740561
2009	1.049.457	988.681,1319	958.378,826	1.018.983,438	3.366,922878	1.011.835,318	37.622	1415390938
2010	1.036.926	993.505,6187	961.891,5053	1.025.119,732	3.512,679271	1.022.350,361	14.576	212449262,4
2011	1.046.560	998.811,0568	965.583,4604	1.032.038,653	3.691,955157	1.028.632,411	17.928	321398433

Dengan menggunakan perhitungan seperti yang di lakukan di atas dengan menggunakan persamaan (1) maka dapat diperoleh perhitungan peramalan jenis kelamin laki-laki dengan $\alpha = 0,5$ dan $\alpha = 0,95$.

Maka oleh karena itu, nilai perbandingan nilai MSE dan SSE dari tiap-tiap parameter pemulusan dapat dilihat dari perhitungan berikut :

1. untuk $\alpha = 0,1$

$$\begin{aligned}
 \text{MSE} &= \frac{1}{14}[(944.379 - 942.660,4)^2 + (944.891 - 943.015,7)^2 \\
 &\quad + \dots + (1.046.560 - 1.028.632,4)^2] \\
 &= 948.152.169,9 \\
 \text{SSE} &= [(944.379 - 942.660,4)^2 + (944.891 - 943.015,7)^2 \\
 &\quad + \dots + (1.046.560 - 1.028.632,4)^2] \\
 &= 13.274.130.379
 \end{aligned}$$

2. untuk $\alpha = 0,5$

$$\begin{aligned}
 \text{MSE} &= \frac{1}{14}[(944.379 - 943.594)^2 + (944.891 - 944.670,7)^2 \\
 &\quad + \dots + (1.046.560 - 1.046.148,1)^2]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 86.802.927,77 \\
\text{SSE} &= [(944.379 - 943.594)^2 + (944.891 - 944.670, 7)^2 \\
&\quad + \dots + (1.046.560 - 1.046.148, 1)^2] \\
&= 1.215.240.989
\end{aligned}$$

3. untuk $\alpha = 0,95$

$$\begin{aligned}
\text{MSE} &= \frac{1}{14}[(944.379 - 944.644, 3)^2 + (944.891 - 945.193, 4)^2 \\
&\quad + \dots + (1.046.560 - 1.026.588, 9)^2] \\
&= 98.111.895,2 \\
\text{SSE} &= [(944.379 - 944.644, 3)^2 + (944.891 - 945.193, 4)^2 \\
&\quad + \dots + (1.046.560 - 1.026.588, 9)^2] \\
&= 1.373.566.533
\end{aligned}$$

dengan melihat nilai MSE dan SSE dari masing-masing parameter pemulusan yaitu $\alpha = 0,1$, $\alpha = 0,5$ dan $\alpha = 0,95$ yang digunakan adalah nilai MSE dan SSE yang terkecil yaitu pada $\alpha = 0,5$, maka peramalan untuk jenis kelamin laki-laki untuk tahun 2012 dan 2013 dapat dilakukan seperti berikut :

a. untuk periode ke $m = 1$

$$\begin{aligned}
F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
F_{17} &= a_1 6 + b_1 6(1) \\
F_{17} &= 1.046.457,033 + 3.773,432(1) \\
F_{17} &= 1.050.230,465
\end{aligned}$$

dari perhitungan di atas, di peroleh hasil peramalan jenis kelamin laki-laki untuk tahun 2012 adalah 1.050.230 orang

b. untuk periode ke $m = 2$

$$\begin{aligned}
F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
F_{18} &= a_1 6 + b_1 6(2) \\
F_{18} &= 1.046.457,033 + 3.773,432(2) \\
F_{18} &= 1.054.003,864
\end{aligned}$$

dari perhitungan di atas, di peroleh hasil peramalan jenis kelamin laki-laki untuk tahun 2013 adalah 1.054.003 orang

4.2 Jenis kelamin perempuan

Dengan menggunakan persamaan (1) maka data di atas dapat diolah dengan nilai parameter pemulusan $\alpha = 0,1$; $\alpha = 0,5$; $\alpha = 0,95$ sebagai berikut :

Tabel 3: Data perhitungan peramalan jenis kelamin perempuan $\alpha = 0,1$

Tahun	Xt	S't	S''t	a	b	Ft	et	et*et
1996	952.888	952.888	952.888	0	0	0	0	0
1997	955.434	953.142,6	952.913,46	953.371,74	25,46	0	0	0
1998	956.688	953.497,14	952.971,828	954.022,452	58,368	953.397,2	3.291	10829364,64
1999	957.609	953.908,326	953.065,4778	954.751,1742	93,6498	954.080,82	3.528	12448054,11
2000	958.426	954.360,0934	953.194,9394	955.525,2474	129,46156	954.844,824	3.581	12824821,54
2001	966.043	955.528,3841	953.428,2838	957.628,4843	233,34447	955.654,709	10.388	107916589,9
2002	984.776	958.453,1457	953.930,77	962.975,5213	502,4861824	957.861,8288	26.914	724372613,5
2003	1.003.384	962.946,2311	954.832,3161	971.060,1461	901,5461076	963.478,0075	39.906	1592488239
2004	1.010.174	967.669,008	956.115,9853	979.222,0307	1.283,669186	971.961,6922	38.212	1460180470
2005	1.024.145	973.316,6072	957.836,0475	988.797,1669	1.720,062188	980.505,6998	43.639	1904388519
2006	1.039.681	979.953,0465	960.047,7474	999.858,3455	2.211,699897	990.517,2291	49.164	2417076373
2007	1.048.460	986.803,7418	962.723,3468	1.010.884,137	2.675,599443	1.002.070,045	46.390	2152027885
2008	1.062.398	994.363,1676	965.887,3289	1.022.839,006	3.163,98208	1.013.559,736	48.838	2385176007
2009	1.071.596	1.002.086,451	969.507,2411	1.034.665,661	3.619,912196	1.026.002,988	45.593	2078722703
2010	1.060.684	1.007.946,206	973.351,1376	1.042.541,274	3.843,896468	1.038.285,573	22.398	501689539,7
2011	1.070.664	1.014.217,985	977.437,8223	1.050.998,148	4.086,684763	1.046.385,17	24.279	589461563,8

Dengan menggunakan perhitungan seperti yang di lakukan di atas dengan menggunakan persamaan (1) maka dapat diperoleh perhitungan peramalan jenis kelamin laki-laki dengan $\alpha = 0,5$ dan $\alpha = 0,95$.

Maka oleh karena itu, nilai perbandingan nilai MSE dan SSE dari tiap-tiap parameter pemulusan dapat dilihat dari perhitungan berikut :

1. untuk $\alpha = 0,1$

$$\begin{aligned}
 \text{MSE} &= \frac{1}{14} [(956.688 - 953.397, 2)^2 + (957.609 - 954.080, 8)^2 \\
 &\quad + \dots + (1.070.664 - 1.046.385, 2)^2] \\
 &= 1.139.257.339 \\
 \text{SSE} &= [(956.688 - 953.397, 2)^2 + (957.609 - 954.080, 8)^2 \\
 &\quad + \dots + (1.070.664 - 1.046.385, 2)^2] \\
 &= 15.949.602.743
 \end{aligned}$$

2. untuk $\alpha = 0,5$

$$\begin{aligned}
 \text{MSE} &= \frac{1}{14} [(956.688 - 955.434)^2 + (957.609 - 957.324, 5)^2 \\
 &\quad + \dots + (1.070.664 - 1.072.344, 6)^2]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 86.323.256,53 \\
\text{SSE} &= [(956.688 - 955.434)^2 + (957.609 - 957.324,5)^2 \\
&\quad + \dots + (1.070.664 - 1.072.344,6)^2] \\
&= 1.208.525.591
\end{aligned}$$

3. untuk $\alpha = 0,95$

$$\begin{aligned}
\text{MSE} &= \frac{1}{14} [(956.688 - 957.725,4)^2 + (957.609 - 958.052,1)^2 \\
&\quad + \dots + (1.070.664 - 1.0451.816,2)^2] \\
&= 97.518.012,7 \\
\text{SSE} &= [(956.688 - 957.725,4)^2 + (957.609 - 958.052,1)^2 \\
&\quad + \dots + (1.070.664 - 1.0451.816,2)^2] \\
&= 1.225.252,2
\end{aligned}$$

dengan melihat nilai MSE dan SSE dari masing-masing parameter pemulusan yaitu $\alpha = 0,1$, $\alpha = 0,5$ dan $\alpha = 0,95$ yang digunakan adalah nilai MSE dan SSE yang terkecil yaitu pada $\alpha = 0,5$, maka peramalan untuk jenis kelamin perempuan untuk tahun 2012 dan 2013 dapat dilakukan seperti berikut :

a. untuk periode ke $m = 1$

$$\begin{aligned}
F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
F_{17} &= a_16 + b_16(1) \\
F_{17} &= 1.071.084,152 + 5.414,616119(1) \\
F_{17} &= 1.076.498,769
\end{aligned}$$

dari perhitungan di atas, di peroleh hasil peramalan jenis kelamin perempuan untuk tahun 2012 adalah 1.076.499 orang

b. untuk periode ke $m = 2$

$$\begin{aligned}
F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
F_{18} &= a_16 + b_16(2) \\
F_{18} &= 1.071.084,152 + 5.414,616119(2) \\
F_{18} &= 1.081.913,385
\end{aligned}$$

dari perhitungan di atas, di peroleh hasil peramalan jenis kelamin perempuan untuk tahun 2013 adalah 1.081.913 orang

5. KESIMPULAN

Nilai ramalan banyaknya penduduk jenis kelamin perempuan untuk periode ke 17 atau nilai ramalan pada tahun 2012 adalah 1.076.499 orang dan untuk periode ke 18 atau nilai ramalan pada tahun 2013 adalah 1.081.913 orang. Sedangkan, nilai ramalan banyaknya penduduk jenis kelamin laki-laki untuk periode ke 17 atau nilai ramalan pada tahun 2012 adalah 1.050.230 orang dan untuk periode ke 18 atau nilai ramalan pada tahun 2013 adalah 1.054.004 orang. Maka diharapkan kepada Pemko Medan dan Dinas/Instansi di kota Medan lebih banyak menyerap tenaga kerja wanita agar perekonomian kota Medan dapat menjadi lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- [1] A. Haymans. Teknik Peramalan Bisnis Dan Ekonomi. Jakarta: Rineka Cipta, (1990).
- [2] BPS.2006-2011. Medan Dalam Angka. Medan:Badan Pusat Statistik Kota Medan.
- [3] P. Subagyo. Forecasting Konsep Dan Aplikasi. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, (1986).
- [4] S. Assauri. Teknik dan Metode Peramalan. Edisi 1. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, (1984).
- [5] S. Makridakis. Metode dan Aplikasi Peramalan. Jakarta: Erlangga, (1993).

HOTLIM P.S: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: hotlin-sirait@yahoo.com

UJIAN SINULINGGA: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: Ujian@usu.ac.id

RACHMAD SITEPU: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia
E-mail: Rachmad@usu.ac.id